دانشگاه شهیدچمران اهواز
دانشکده مهندسی
گروه مکانیک

پایان‌نامه کارشناسی ارشد

عنوان:

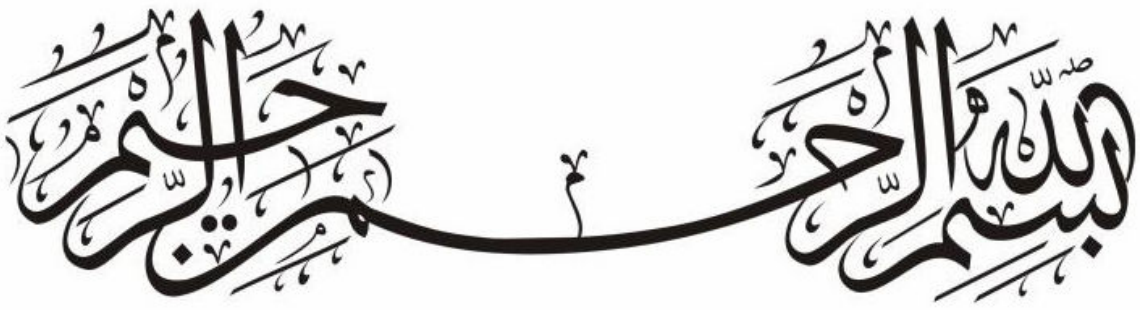
تحلیل تمرکز تنش و خستگی در اتصالات پیچی رشته حفاری

نگارنده:
امین بهداروندی

استاد راهنما:
دکتر شاپور مرادی

استاد مشاور:
دکتر خسرو نادران طحان

شهریور ۱۳۸۸


بسم الله الرحمن الرحيم

بسمه تعالی

دانشگاه شهید چمران اهواز

مدیریت تحصیلات تکمیلی

(نتیجه ارزشیابی پایان نامه دوره کارشناسی ارشد/دکتری)

بدین وسیله گواهی می‌گردد پایان نامه آقای **امین بهداروندی** دانشجوی رشته **مهندسی مکانیک-طراحی کاربردی** از دانشکده **مهندسی** به شماره دانشجویی **۸۵۴۰۱۰۴** تحت عنوان:

تحلیل تمرکز تنش و خستگی در اتصالات پیچی رشته حفاری

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در تاریخ **۸۸/۶/۲۲** توسط هیئت داوران مورد ارزشیابی قرار گرفت و با درجه **عالی** تصویب گردید.

۱- اعضا هیئت داوران:	مرتبه علمی	امضاء
الف - استاد راهنما: **دکتر شاپور مرادی**	**استادیار**	
ب - استاد مشاور: **دکتر خسرو نادران**	**دانشیار**	
ج – داور۱: **دکتر محمد شیشه‌ساز**	**استاد**	
د – داور ۲: **دکتر افشین قنبرزاده**	**استادیار**	
هـ – نماینده تحصیلات تکمیلی دانشگاه (استاد ناظر):		
دکتر کوروش حیدری‌شیرازی	**دانشیار**	
۲- مدیر گروه:		
دکتر مرتضی بهبهانی‌نژاد	**استادیار**	
۳- معاون پژوهشی دانشکده:		
دکتر سعید بحرینیان	**استادیار**	
۴- مدیر کل تحصیلات تکمیلی:		

تقدیم به:

پیشگاه او که انسان را عالم آفرید

و به مهربانان لحظه‌های تلخ و شیرینم

پدر و مادرم

تقدیر و تشکر

در این مجال اندک بر خود لازم می‌دانم که از مساعدت‌ها و راهنمایی‌های استاد راهنمای این پایان‌نامه، جناب آقای دکتر شاپور مرادی کمال تشکر و قدردانی را داشته باشم. کمک‌های ایشان همواره باعث دلگرمی اینجانب بوده است.
با سپاس فراوان از استاد مشاور این پایان‌نامه، جناب آقای دکتر نادران که از راهنمایی‌های ارزنده‌ی ایشان در انجام این تحقیق بهره‌مند شدم.

فهرست مطالب

موضوع **صفحه**

فرم ارزشیابی ..... الف
اهداء نامه ..... ب
قدردانی ..... ت
فهرست مطالب ..... ث
فهرست شکل‌ها و نمودارها ..... ذ
فهرست جدول‌ها ..... س
فهرست علامت‌ها و اختصارها ..... ش
چکیده‌ی پایان‌نامه به زبان فارسی ..... ط

فصل اول

مقدمه **۱**

فصل دوم

بررسی پژوهش‌های پیشین **۴**

۲-۱ تحلیل تنش ۴
۲-۲ خستگی ۷

فصل سوم

تئوری **۱۰**

۳-۱ منحنی‌های تنش-کرنش ۱۰
۳-۱-۱ مدل الاستیک، کاملاً پلاستیک ۱۱
۳-۱-۲ مدل الاستیک، سخت‌شوندگی خطی ۱۱
۳-۱-۳ مدل الاستیک، سخت‌شوندگی توانی ۱۲
۳-۱-۴ مدل رامبرگ-آزگود ۱۳
۳-۲ رفتار متناوب مواد ۱۴
۳-۲-۱ آزمایش تنش-کرنش متناوب ۱۴

۳-۲-۲ منحنی‌های تنش-کرنش متناوب ۱۶
۳-۳ روش‌های پیش‌بینی عمر خستگی ۱۸
۳-۳-۱ اصول روش کرنش-عمر ۱۹
۳-۳-۱-۱ منحنی‌های کرنش-عمر ۱۹
۳-۳-۱-۲ تاثیرات تنش میانگین ۲۱
۳-۳-۱-۲-۱ رابطه‌ی مورو ۲۱
۳-۳-۱-۲-۲ رابطه‌ی اسمیت، واتسون و تاپر(SWT) ۲۱
۳-۳-۱-۳ تاثیرات تنش چند محوری ۲۲

فصل چهارم

مدل‌سازی **۲۳**

۴-۱ انتخاب المان ۲۳
۴-۱-۱ المان PLANE82 ۲۴
۴-۱-۲ المان PLANE83 ۲۵
۴-۱-۳ المان SOLID45 ۲۶
۴-۱-۴ المان CAXA4N ۲۶
۴-۲ تماس و تعیین المان‌های تماسی ۲۸
۴-۲-۱ تماس سطح با سطح ۲۹
۴-۲-۲ تماس گره با خط ۳۲
۴-۳ روش مدل‌سازی ۳۲
۴-۴ ضریب تمرکز تنش (SCF) ۳۷
۴-۵ شرایط مرزی و بارگذاری ۳۸
۴-۵-۱ بارگذاری محوری ۳۸
۴-۵-۲ بارگذاری خمش خالص ۳۹
۴-۵-۳ بارگذاری پیچش خالص ۴۰
۴-۵-۴ عمر خستگی ۴۱
۴-۶ شبیه‌سازی پیش‌بار ۴۱
۴-۶-۱ اعمال گرادیان حرارتی ۴۲
۴-۶-۲ به هم پیوستگی پین و باکس در شانه ۴۳
۴-۶-۳ ایجاد نفوذ اولیه (تداخل) ۴۳
۴-۷ مشخصات فیزیکی مواد ۴۴
۴-۸ مشخصات ابعادی اتصالات مورد بررسی ۴۴

فصل پنجم

نتایج **۴۶**

۵-۱ بررسی صحت شبکه‌بندی ۴۷
۵-۲ معتبرسازی نتایج ۴۹
۵-۳ نتایج بارگذاری محوری ۵۱
۵-۳-۱ بدون پیش‌بار ۵۱
۵-۳-۲ بررسی اثر اعمال پیش‌بار نوع دوم ۵۴
۵-۳-۳ مقایسه‌ی تاثیرات پیش‌بار نوع‌های اول و دوم ۵۴
۵-۳-۴ بررسی مقادیر SCF در دندانه‌های درگیر ۵۵
۵-۳-۵ بررسی توزیع بار روی جفت دندانه‌های درگیر ۵۹
۵-۳-۶ بررسی اثر تغییر مقادیر بارگذاری محوری ۶۰
۵-۳-۷ بررسی اثر نوع رزوه ۶۱
۵-۴ نتایج بارگذاری خمشی ۶۳
۵-۴-۱ مقایسه‌ی نتایج حاصل از مدل‌سازی دو بعدی و سه بعدی ۶۳
۵-۴-۲ مقایسه‌ی نتایج با و بدون پیش‌بار ۶۵
۵-۴-۳ بررسی مقادیر SCF در دندانه‌های درگیر ۶۶
۵-۴-۴ بررسی اثر زاویه‌ی انحراف چاه ۶۸
۵-۴-۵ بررسی اثر نوع رزوه ۶۹
۵-۵ نتایج بارگذاری پیچشی ۷۰
۵-۶ عمر خستگی ۷۱
۵-۶-۱ بررسی اثر ابعاد و هندسه‌ی اتصالات ۷۱
۵-۶-۲ بررسی اثر اصلاح هندسه‌ی اتصالات ۷۴
۵-۶-۳ بررسی اثر پیش‌بار ۷۵
۵-۶-۴ بررسی اثر نوع رزوه ۷۶

فصل ششم

نتیجه‌گیری و پیشنهادات **۷۸**

۶-۱ نتیجه‌گیری ۷۸
۶-۲ پیشنهادات ۸۰

مراجع **۸۱**

پیوست الف

اتصالات پیچی رشته ی حفاری **۸۳**

الف-۱ تعاریف و اصطلاحات ۸۳
الف-۱-۱ اجزاء تشکیل دهنده ۸۳
الف-۱-۲ زاویه‌ی مارپیچ ۸۴
الف-۱-۳ هندسه‌ی تمام‌شده ۸۴
الف-۱-۴ شانه ۸۴
الف-۱-۵ زاویه‌ی باریک‌شدگی (Taper) ۸۵
الف-۱-۶ اتصالات اصلاح شده و استاندارد ۸۶
الف-۱-۷ اولین دندانه‌ی درگیر و آخرین دندانه‌ی درگیر (FET & LET) ۸۶
الف-۱-۸ پیش‌بار ۸۷
الف-۲ انواع اتصالات پیچی ۸۷
الف-۲-۱ ابزار اتصال لوله‌های حفاری ۸۸
الف-۲-۲ اتصالات لوله‌های وزنه ۸۸
الف-۳ انواع رزوه‌های اتصالات پیچی ۸۹
الف-۳-۱ رزوه‌ی V-0.038R ۸۹
الف-۳-۲ رزوه‌ی V-0.040 ..... ۹۰
الف-۳-۳ رزوه‌ی V-0.050 ..... ۹۱
الف-۳-۴ رزوه‌ی H-90 ..... ۹۱
الف-۴ انواع بارهای اعمالی به اتصالات ۹۲
الف-۴-۱ بارهای محوری ۹۲
الف-۴-۲ بارهای خمشی ۹۳
الف-۴-۳ بارهای پیچشی ۹۴
الف-۴-۴ بارهای مماسی ۹۴
الف-۴-۵ بارهای شعاعی ۹۴
الف-۵ تمرکز تنش ۹۴
الف-۵-۱ عوامل هندسی ۹۵
الف-۵-۲ عوامل محیطی ۹۵
الف-۵-۲-۱ شوئیدگی ۹۵
الف-۵-۲-۲ فرو رفتگی‌های ناشی از آج‌های ابزار نگهدارنده‌ی لوله ۹۶
الف-۵-۲-۳ تماس اتصالات با دیواره‌ی چاه ۹۶

پیوست ب

نمومه برنامه‌ها **۹۷**

ب-۱ نمونه برنامه‌ی ورودی به نرم‌افزار ANSYS.....۹۷

فهرست شکل‌ها و نمودارها

شکل۳-۱: رفتار الاستیک، کاملاً پلاستیک ۱۱
شکل۳-۲: رفتار سخت‌شوندگی خطی ۱۲
شکل۳-۳: رفتار سخت‌شوندگی توانی ۱۲
شکل۳-۴: مدل رامبرگ-آزگود ۱۳
شکل۳-۵: رفتار سخت‌شوندگی و نرم‌گردانی وابسته به چرخه ۱۵
شکل۳-۶: حلقه‌ی پس‌ماند پایدار تنش-کرنش ۱۶
شکل۳-۷: منحنی تنش-کرنش متناوب ۱۶
شکل۳-۸: منحنی‌های یکنواخت و متناوب تنش-کرنش برای چندین فلز مختلف ۱۷
شکل۳-۹: منحنی کرنش-عمر ۲۰
شکل۴-۱: المان PLANE82 ۲۴
شکل۴-۲: (الف) بارگذاری نامتقارن (ب) المان PLANE83 ۲۵
شکل۴-۳: المان SOLID45 ۲۶
شکل۴-۴: المان CAXA4N ۲۷
شکل۴-۵: تقارن شرایط مرزی و بارگذاری نسبت به صفحه‌ی θ=0 ۲۷
شکل۴-۶: صفحات حاوی گره به ازای مقادیر مختلف N در المان CAXA4N ۲۸
شکل۴-۷: سطوح هدف و تماس ۳۰
شکل۴-۸: تماس گره با خط: خط لغزشی و المان خط لغزشی ۳۲
شکل۴-۹: مقایسه‌ی نحوه‌ی ورود پوشه‌های متنی به نرم‌افزارهای ANSYS و ABAQUS ۳۵
شکل۴-۱۰: روند انتقال مدل المان محدود از نرم افزار ANSYS به نرم‌افزار ABAQUS ۳۶
شکل۴-۱۱: منحنی توزیع واقعی تنش و خطی‌سازی آن روی مسیر A به B ۳۸
شکل۴-۱۲: شرایط مرزی در حالت بارگذاری محوری ۳۸
شکل۴-۱۳: شرایط مرزی در حالت بارگذاری خمش خالص ۳۹
شکل۴-۱۴: شرایط مرزی در حالت بارگذاری پیچش خالص ۴۰
شکل۴-۱۵: توزیع تنش ناشی از اعمال پیش‌بار در پین و باکس ۴۱
شکل۴-۱۶: نواحی اعمال گرادیان حرارتی و اندازه‌گیری تنش ناشی از آن ۴۲
شکل۴-۱۷: مشخصات ابعادی اتصالات استاندارد ۴۴
شکل۴-۱۸: مشخصات ابعادی اتصالات اصلاح شده ۴۵
شکل۵-۱: نمونه‌ای از شبکه‌بندی اتصال استاندارد ۴۷

شکل۵-۲: نمونه‌ای از شبکه‌بندی اتصال اصلاح شده ۴۸
شکل۵-۳: تغییرات ماکزیمم SCF نوع اول بر حسب تعداد المان‌ها ۴۸
شکل۵-۴: مقایسه‌ی مقادیر SCF نوع اول با و بدون پیش‌بار نوع اول ۵۱
شکل۵-۵: مقایسه‌ی مقادیر SCF نوع اول بدون پیش‌بار ۵۲
شکل۵-۶: مقایسه‌ی مقادیر SCF نوع دوم بدون پیش‌بار ۵۳
شکل۵-۷: مقایسه‌ی مقادیر SCF نوع اول با و بدون پیش‌بار نوع دوم ۵۵
شکل۵-۸: تغییرات مقادیر SCF نوع اول در ریشه‌ی دندانه‌های درگیر پین ۵۶
شکل۵-۹: تغییرات مقادیر SCF نوع اول در ریشه‌ی دندانه‌های درگیر باکس ۵۷
شکل۵-۱۰: ماکزیمم تنش اصلی در اتصال استاندارد: (الف) کل اتصال (ب) باکس (ج) پین ۵۸
شکل۵-۱۱: ماکزیمم تنش اصلی در اتصال اصلاح شده: (الف) کل اتصال (ب) باکس (ج) پین ۵۸
شکل۵-۱۲: درصد تحمل بار هر دندانه به کل بار روی جفت دندانه‌ی درگیر ۵۹
شکل۵-۱۳: تغییرات مقادیر ماکزیمم SCF نوع‌های اول و دوم بر حسب تغییرات بار محوری ۶۰
شکل۵-۱۴: مقایسه‌ی مقادیر SCF نوع اول با و بدون پیش‌بار نوع دوم ۶۲
شکل۵-۱۵: مقایسه‌ی مقادیر SCF نوع دوم با و بدون پیش‌بار نوع دوم ۶۳
شکل۵-۱۶: تغییرات مقادیر SCF نوع اول در ریشه‌ی دندانه‌های درگیر پین ۶۷
شکل۵-۱۷: تغییرات مقادیر SCF نوع اول در ریشه‌ی دندانه‌های درگیر باکس ۶۷
شکل۵-۱۸: میدان ماکزیمم تنش اصلی تحت تاثیر بارگذاری خمشی بدون پیش‌بار ۶۸
شکل۵-۱۹: تغییرات مقادیر ماکزیمم SCF نوع‌های اول و دوم با تغییرات زاویه‌ی انحراف چاه ۶۹
شکل۵-۲۰: عمر خستگی نسبی با به کارگیری رابطه‌ی مورو ۷۳
شکل۵-۲۱: عمر خستگی نسبی با به کارگیری رابطه‌ی SWT ۷۴
شکل۵-۲۲: نسبت اتصالات استاندارد به اصلاح شده ۷۵
شکل۵-۲۳: عمر خستگی بر حسب مقادیر مختلف MUT ۷۵
شکل۵-۲۴: مقایسه‌ی عمر خستگی نسبی در اتصالات $6\frac{5}{8}\,\mathrm{REG}$, NC50 , $6\frac{5}{8}\,\mathrm{H}-90$ ۷۷
شکل‌الف-۱: نمایی از پین و باکس ۸۳
شکل‌الف-۲: نمایش دندانه‌های ناتمام پین ۸۴
شکل‌الف-۳: نمایی از ناحیه‌ی شانه در اتصال پیچی ۸۵
شکل‌الف-۴: نمایش زاویه‌ی باریک‌شدگی ۸۵
شکل‌الف-۵: نمایش دندانه‌های غیر درگیر پین و باکس ۸۶
شکل‌الف-۶: نمایش اولین و آخرین دندانه‌های درگیر ۸۶
شکل‌الف-۷: نحوه‌ی قرارگیری لوله‌های حفاری و وزنه روی رشته حفاری ۸۷
شکل‌الف-۸: مقایسه‌ی اتصالات لوله‌های حفاری و وزنه ۸۸

شکل‌الف-۹: مشخصات ابعادی رزوه‌ی V-0.038R ۸۹
شکل‌الف-۱۰: مشخصات ابعادی رزوه‌ی V-0.040 ..... ۹۰
شکل‌الف-۱۱: مشخصات ابعادی رزوه‌ی V-0.050 ..... ۹۱
شکل‌الف-۱۲: مشخصات ابعادی رزوه‌ی H-90 ..... ۹۲
شکل‌الف-۱۳: نمایش خمش اتصال بواسطه دوران رشته در ناحیه‌ی پاسگ ۹۳
شکل‌الف-۱۴: فرآیند رشد ترک در دیواره‌ی لوله تا مرحله‌ی شکست ۹۵
شکل‌الف-۱۵: تماس اتصال با دیواره‌ی چاه ۹۶

فهرست جدول‌ها

جدول۴-۱:تعداد و موقعیت صفحات حاوی گره به ازای مقادیر مختلف N ۲۸
جدول۴-۲: مشخصات منحنی یکنواخت فولاد AISI 4145H ۴۴
جدول۴-۳: مشخصات منحنی متناوب فولاد AISI 4145H ۴۴
جدول۴-۴: مقادیر مشخصات ابعادی اتصالات استاندارد مورد بررسی ۴۵
جدول۴-۵: مقادیر مشخصات ابعادی اتصال اصلاح شده مورد بررسی ۴۵
جدول۵-۱: مقادیر SCF نوع اول بدون پیش‌بار ($\sigma_n = ۱۰^۴$ psi) ۴۹
جدول۵-۲: مقادیر SCF نوع اول با پیش‌بار نوع اول ($\sigma_n = ۱۰^۴$ psi) ۵۰
جدول۵-۳: مقادیر SCF نوع‌های اول و دوم بدون پیش‌بار ۵۲
جدول۵-۴: مقادیر SCF نوع‌های اول و دوم با پیش‌بار نوع دوم ۵۴
جدول۵-۵: مقایسه‌ی مقادیر SCF نوع‌های اول و دوم در اتصالات $6\frac{5}{8}$ REG , NC50 , $6\frac{5}{8}$ H − 90 ... ۶۱
جدول۵-۶: مقایسه‌ی نتایج مدل‌سازی‌های دو بعدی و سه بعدی در بارگذاری خمشی ۶۴
جدول۵-۷: مقادیر SCF نوع‌های اول و دوم بدون پیش‌بار ۶۵
جدول۵-۸: مقادیر SCF نوع‌های اول و دوم با پیش‌بار نوع دوم ۶۶
جدول۵-۹: مقایسه‌ی مقادیر SCF نوع‌های اول و دوم در اتصالات $6\frac{5}{8}$ REG , NC50 , $6\frac{5}{8}$ H − 90 ... ۷۰
جدول۵-۱۰: ماکزیمم مقادیر SCF نوع اول در بارگذاری پیچشی $\sigma_n = ۰/۴۵۵ \times ۱۰^۳$ psi ۷۱
جدول۵-۱۱: مقادیر کمیت‌های مختلف تنش و کرنش در اتصال استاندارد ۷۲
جدول۵-۱۲: مقادیر کمیت‌های مختلف تنش و کرنش در اتصال اصلاح شده ۷۲
جدول۵-۱۳: مقایسه‌ی مقادیر کمیت‌های مختلف در اتصالات $6\frac{5}{8}$ REG , NC50 , $6\frac{5}{8}$ H − 90 ..... ۷۶
جدول‌الف-۱: اتصالات مختلف به کار رفته با رزوه‌ی V-0.038R ۹۰
جدول‌الف-۲: اتصالات مختلف به کار رفته با رزوه‌ی V-0.040 ..... ۹۰
جدول‌الف-۳: اتصالات مختلف به کار رفته با رزوه‌ی V-0.050 ..... ۹۱
جدول‌الف-۴: اتصالات مختلف به کار رفته با رزوه‌ی H-90 ..... ۹۲

فهرست علامت‌ها و اختصارها

انجمن نفت آمریکا	API
سطح مقطع در نوار B	A_P
شاخص بیان‌کننده‌ی دامنه‌ی کمیت‌ها	a
تجهیزات پایین رشته	BHA
شیب خط کرنش الاستیک در مقیاس لگاریتمی (ثابت ماده)	b
مشخصه‌ی ابعادی رزوه	C
شیب خط کرنش پلاستیک در مقیاس لگاریتمی (ثابت ماده)	c
شدت انحراف چاه از راستای حفاری	DLS
قطر داخلی اتصال	D_i
قطر خارجی اتصال	D_0
مشخصه‌ی ابعادی اتصال اصلاح شده	D_{RG}
مدول الاستیسیته	E
روش المان محدود	FEM
اولین دندانه‌ی درگیر پین	FET
ثابت ماده	H',H_1,H
ممان اینرسی سطح	I
آخرین دندانه‌ی درگیر باکس	LET
مشخصه‌ی ابعادی اتصال	L_{PC}
گشتاور خمشی	M
گشتاور محکم نمودن اتصال	MUT
شاخص بیان‌کننده‌ی میانگین کمیت‌ها	m
تعداد چرخه‌های بارگذاری تا مرحله‌ی شکست	N_f
توان سخت‌شوندگی کرنشی (ثابت ماده)	n
توان سخت‌شوندگی کرنشی (ثابت ماده)	n_1

توان سخت‌شوندگی کرنشی (ثابت ماده)	n'
مشخصه‌ی ابعادی رزوه	P
شاخص بیان‌کننده‌ی حالت پلاستیک	p
شعاع انحناء چاه	R
اولین مولفه‌ی مختصات استوانه‌ای	r
تنش ایجاد شده بواسطه گشتاور محکم نمودن اتصال در سطح مقطع نوار B	S
ضریب تمرکز تنش	SCF
مشخصه‌ی ابعادی اتصال	S_{rs}
زاویه‌ی باریک‌شدگی	Taper
اولین، دومین و سومین مولفه‌ی مختصات کارتزین	Z,Y,X
ضریب کاهش	δ
کرنش کل	ε
دامنه‌ی کرنش	ε_a
کرنش الاستیک	ε_e
دامنه‌ی کرنش الاستیک	ε_{ea}
کرنش پلاستیک	ε_p
دامنه‌ی کرنش پلاستیک	ε_{pa}
ضریب چقرمگی خستگی	ε'_f
دامنه‌ی کرنش مؤثر	$\tilde{\varepsilon}_a$
دامنه‌ی کرنش پلاستیک مؤثر	$\tilde{\varepsilon}_{pa}$
سومین مولفه‌ی مختصات استوانه‌ای	θ
تنش کل	σ
دامنه‌ی تنش	σ_a
تنش میانگین	σ_m
ماکزیمم تنش عمودی	σ_{max}
تنش اسمی	σ_n
استحکام تسلیم ماده	σ_0

ماکزیمم تنش اصلی	σ_p
تنش عمودی در راستای Y	σ_Y
استحکام تسلیم متناوب	σ'_0
ضریب استحکام خستگی	σ'_f
دامنه‌ی تنش موثر	$\tilde{\sigma}_a$
تنش میانگین مؤثر	$\tilde{\sigma}_m$

«چکیده پایان‌نامه»

نام خانوادگی: بهداروندی **نام:** امین

عنوان پایان نامه: تحلیل تمرکز تنش و خستگی در اتصالات پیچی رشته‌ی حفاری

استاد راهنما: دکتر شاپور مرادی **استاد مشاور:** دکتر خسرو نادران طحان

درجه تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته:** مهندسی مکانیک **گرایش**: طراحی کاربردی

محل تحصیل(دانشگاه): دانشگاه شهید چمران اهواز

دانشکده: مهندسی

تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۸۸/۶/۲۲ **تعداد صفحه:** ۱۰۹

کلیدواژه ها: رشته‌ی حفاری، اتصالات پیچی، ضریب تمرکز تنش، خستگی، روش المان محدود

چکیده:

در تحقیق حاضر میدان تنش در اطراف اتصالات پیچی رشته‌ی حفاری تحت تاثیر بارگذاری‌های مختلف مانند پیش‌بار، محوری، خمشی و پیچشی تحلیل شده است. این کار به کمک روش المان محدود با استفاده از نرم‌افزارهای ANSYS و ABAQUS صورت پذیرفته است. بدین منظور برنامه‌هایی پارامتری توسط زبان‌های برنامه‌نویسی هر دو نرم‌افزار مذکور تهیه شده که طیف بسیار گسترده‌ای از اتصالات را در بر می‌گیرد. تحلیل استاتیکی غیرخطی با در نظرگرفتن تغییرشکل‌های بزرگ و اثرات تماس در شانه و دندانه‌های درگیر انجام شده است. ضمن معرفی مفهوم و روش‌های دست‌یابی به ضریب تمرکز تنش، تاثیر پارامترهایی چون نوع رزوه، ابعاد و هندسه‌ی اتصالات و همچنین زاویه‌ی انحراف چاه، گشتاور محکم نمودن اتصالات، نوع و مقادیر بارگذاری‌های خارجی بر نتایج حاصل از تحلیل مورد بررسی قرارگرفته است. در ادامه با در نظر گرفتن اثرات کرنش پلاستیک، تنش میانگین و نیز بارگذاری متناوب، عمرخستگی اتصالات پیچی مختلف بررسی و مقایسه شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که نوع رزوه، ابعاد و هندسه اتصالات و نیزگشتاور محکم نمودن اتصالات نقش بسزایی در مقادیر ضریب تمرکز تنش و نیز عمر خستگی اتصالات پیچی ایفا می‌نمایند.

فصل اول

مقدمه

از زمانی‌که بشر به وجود نفت و گاز در لایه‌های زمین پی برده، به منظور استخراج و انتقال آن‌ها به سطح زمین وسایل و تجهیزات ویژه‌ای را طراحی و مورد استفاده قرار داده است. انتقال ذرات و سنگ‌های حفاری شده، حفر زمین به عمق هزاران متر، ایمن نمودن چاه در برابر تخریب، اکتشاف لایه‌های نفتی و تجهیزات لازم برای به دست آوردن آن‌ها، نیاز به تجهیزات پیشرفته، مهارت‌های پرسنلی، آزمایشگاه‌های مجهز و ... از جمله مواردی می‌باشند که باید در طراحی سیستم‌های حفاری در نظر گرفته شوند.

صنعت حفاری از صنایعی است که پدیده‌ی خستگی در آن نقش بسیار مهمی ایفا می‌نماید. با توجه به آن‌که هزینه‌های حفاری یک چاه مبالغ زیادی می‌باشد، شکست رشته‌ی حفاری می‌تواند باعث افزایش این هزینه‌ها به صورت تصاعدی گردد. در گذشته به دلایل مختلف از جمله: هزینه‌های خیلی بالا و زمان‌بر بودن آزمایشات خستگی و نیز عدم وجود روش‌های تحلیلی و عددی جهت بررسی میدان تنش، در خصوص واماندگی خستگی در رشته‌ی حفاری مطالعات کمتری صورت می‌گرفت. کانون توجه شرکت‌های نفتی به موضوع واماندگی خستگی در رشته‌ی حفاری از سال ۱۹۹۰ شروع شد. با افزایش قیمت نفت تحقیقات در این زمینه قوت بیشتری یافت و رنگ دیگری به خود گرفت. در این میان توسعه‌ی تکنولوژی حفاری، علم را به چالش طلبید. با این حال واماندگی‌های خستگی در سال‌های اخیر به عنوان مهم‌ترین عامل شکست و از کار افتادگی اجزاء رشته‌ی حفاری خصوصاً در ناحیه‌ی اتصالات پیچی مطرح می‌باشند.

از اتصالات پیچی رشته‌ی حفاری در زمینه‌ها و صنایع مختلفی چون صنایع نفت و گاز به طور فراگیر استفاده می‌گردد. استفاده از این قطعات در رشته‌ی حفاری با دلایل مختلف از جمله: وسیله‌ی انتقال نیرو و گشتاور بین قطعات مختلف، آب‌بندی به منظور جلوگیری از اتلاف فشار و ... همراه است. این اجزاء بسته به نوع کاربرد و محل قرارگیری روی رشته‌ی حفاری، با هندسه، جنس و ویژگی‌های مختلفی تولید می‌گردند. در پیوست (الف) به تشریح مشخصات، ارائه‌ی اصطلاحات و

مفاهیم مرتبط با اتصالات پیچی به کار رفته در بخش‌های مختلف رشته‌ی حفاری پرداخته شده است. کلیه‌ی اتصالات پیچی از دو قطعه‌ی مجزاء، شامل قطعه‌ای که رزوه‌ها روی سطح خارجی آن قرار گرفته با عنوان پین[1] و قطعه‌ای که رزوه‌ها روی سطح داخلی آن قرار گرفته با عنوان باکس[2] تشکیل یافته‌اند. این قطعات در شکل (الف-۱) نمایش داده شده‌اند. آمارها نشان می‌دهند که در تقریباً ۵۰ درصد شکست‌های لوله‌های وزنه، عامل خستگی نقش عمده‌ای ایفا می‌نماید و بیش از ۹۰ درصد این شکست‌ها در ناحیه‌های پین و باکس رخ می‌دهند[۱].

به منظور تحلیل تنش و ارزیابی عمر خستگی در اتصالات پیچی رشته‌ی حفاری، معمولاً سه روش تجربی، تحلیلی و عددی به کار گرفته می‌شود. استفاده از روش تجربی اگرچه امکان شبیه‌سازی و بارگذاری نزدیک به واقعیت اتصالات را فراهم می‌سازد، اما علاوه بر هزینه‌های بالا و زمان‌بر بودن آزمایشات خستگی، فقدان یک مدل ریاضی و عدم درک صحیح از پارامترهای دخیل در فرآیند خستگی، در آن احساس می‌شود. رفتار اتصالات در حین فرآیند حفاری بواسطه‌ی تغییر مکان‌های بزرگ ایجاد شده، وجود تماس بین اجزاء اتصال و کرنش پلاستیک در ریشه‌ی دندانه‌ها به صورت غیرخطی بوده و حل معادلات تعادل در حالت کلی پیچیده می‌باشد. نظر به پیچیدگی موضوع و دخیل بودن عوامل مختلف از جمله: پیچیدگی‌های هندسی، به کارگیری روش تحلیلی با هدف حل دقیق معادلات حاکم با چالش‌های فراوانی روبرو می‌گردد. به همین منظور پژوهش‌گران این عرصه از روش‌های عددی استفاده نموده‌اند که در این میان روش المان محدود یکی از ابزارهای مناسب برای حل معادلات مذکور می‌باشد.

در پایان‌نامه‌ی حاضر، میدان تنش و به دنبال آن تعیین ضریب تمرکز تنش در اتصالات پیچی رشته‌ی حفاری، تحت تاثیر بارگذاری‌های مختلف اعمال شده به رشته در حین فرآیند حفاری بررسی شده است. این بررسی‌ها توسط روش المان محدود با به کارگیری نرم‌افزارهای ANSYS و ABAQUS صورت پذیرفته است. تحلیل استاتیکی غیرخطی با در نظر گرفتن اثرات تماس میان پین و باکس در شانه و دندانه‌های درگیر انجام شده است. در ادامه ضمن در نظر گرفتن کرنش پلاستیک در ریشه‌ی دندانه‌ها و استفاده از روش کرنش-عمر در تعیین عمر خستگی، قابلیت‌های اتصالات پیچی مختلف از نقطه‌نظر خستگی با یکدیگر مقایسه شده‌اند. در این

[1] Pin
[2] Box